

УДК 616-073:535.34

*О.І. Олар, О.Ю. Микитюк, К.І. Яковець***ОПТИЧНА СПЕКТРОСКОПІЯ В МЕДИЧНІЙ ДІАГНОСТИЦІ**

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

Резюме. У даному огляді розглянуто можливості окремих методів оптичної спектроскопії, а саме: оптичної томографії, оптичної когерентної томографії, поляризаційно чутливої оптичної когерентної томографії, Раманівської спектроскопії та фотоакустичної томографії. Фізичною основою оптичних діагностичних методів є взаємодія світла з речовиною, на основі чого стало можливим отримувати структурну, біохімічну, морфологічну та фізіологічну інформацію як результат погли-

нання, розсіювання, відбивання електромагнітного випромінювання оптичного діапазону.

Переваги цих методів (безконтактність, висока чутливість та роздільна здатність, неінвазивність, відсутність побічних ефектів) стали запорукою їх успіху в медичній діагностиці.

Ключові слова: оптична спектроскопія, медична діагностика.

Спектроскопія – це розділ науки і техніки, який вивчає взаємодію випромінювання з речовиною, і отримані результати використовує для вирішення прикладних завдань: визначення хімічного складу речовини, вимірювання тиску, температури, механічної деформації та ін. Спектроскопічні методи поділяють за природою випромінювання (електромагнітна, електронна, механічна, мас-спектроскопія), за процесом (поглинання, випромінювання, емісія), а також їх класифікують за довжиною хвиль – ультрафіолетові, видимі, інфрачервоні тощо [1].

Методи оптичної спектроскопії, що використовуються з діагностичною метою в медицині сьогодні, посідають одне з чільних місць поруч із рентгенівськими, акустичними, ядерного магнітного резонансу, радіонуклідними, ендоскопічними тощо.

Такі переваги, як неінвазивність, відсутність побічних ефектів, безконтактність, що є гарантією безпеки пацієнта, чутливість та висока роздільна здатність стали запорукою успіху цих методів у медичній діагностиці.

Фізичною основою оптичних діагностичних методів є взаємодія світла з речовиною. Аналіз результату такої взаємодії дає можливість отримувати структурну, біохімічну, морфологічну та фізіологічну інформацію, як результат поглинання, розсіювання, відбивання електромагнітного випромінювання оптичного діапазону.

У середовищах, які характеризуються високою оптичною густиною, випромінювання практично повністю поглинається після проходження відстаней у кілька міліметрів вглиб тканини. Поглинання в біологічних зразках залежить від характеристик домінуючих компонент та вмісту води у тканині. Тому коефіцієнти поглинання та розсіювання – два дуже важливих параметри в оптичних дослідженнях. Типові значення коефіцієнта поглинання для біологічних тканин відрізняються на декілька порядків і становлять 10^{-2} – 10^{-4} см⁻¹. Глибина проникнення випромінювання оптичного діапазону в тканини організму значною мірою залежить від довжини хвилі. В ультрафіолетовій ділянці спектра глибина проникнення є одного порядку з розмірами клітин і стано-

вить понад 2 мкм. У діапазоні довжин хвиль 0,3–0,6 мкм (видима ділянка) типова проникаюча здатність випромінювання – 0,5–2,5 мм. Тут явища розсіювання і поглинання світла є одного порядку. Діапазон довжин хвиль 0,6–1,5 мкм (червоне та інфрачервоне випромінювання) характеризується розсіюванням на порядки вищим за поглинання, і глибина проникнення у тканини зростає до 8–10 мм.

Розглянемо деякі методи оптичних досліджень, які знайшли своє практичне використання в останні роки та впроваджуються в сучасну медичну діагностику.

Оптична томографія (ОТ) – це абсолютно неінвазивний діагностичний метод, що набув інтенсивного розвитку в останні десятиріччя і зараз широко використовується в медичній практиці.

Основна перевага методу – можливість використання для візуалізації біологічних тканин оптичного випромінювання видимого та ближнього інфрачервоного діапазонів (довжини хвиль від 380 нм до 2,5 мкм). Важливо, що в широкому діапазоні частот таке випромінювання відносно безпечне для пацієнта, навіть при високих рівнях інтенсивності. Внаслідок сильного послаблення оптичного випромінювання в біологічних тканинах, найбільш перспективними об'єктами для діагностики вважаються: жіноча молочна залоза, головний мозок новонародженого, кінцівки (пальці і передпліччя). Ще наприкінці 90-х років запропоновано використовувати як найбільш безпечне для живого організму випромінювання з достатньою проникаючою здатністю в діапазоні довжин хвиль 5–15 мкм, що відповідає діапазону максимуму розподілу. Планка для абсолютно чорного тіла при температурі людського організму.

Оптична когерентна томографія (ОКТ) – метод неінвазивного дослідження тонких шарів шкіри і слизових оболонок, очних та зубних тканин людини за допомогою оптичного випромінювання ближнього інфрачервоного діапазону (~1 мкм), що генерується лазерами. В основу методики покладена низькокогерентна інтерферометрія. ОКТ робить можливою візуалізацію тканин мікроструктури *in vivo* в режимі реального часу з

роздільною здатністю в діапазоні 1-10 мкм. Роздільна здатність звичайної ОКТ становить декілька мікрометрів. Це не дає можливості розділення субклітинних структур, але забезпечує розділення архітектури тканин. Пошкодження можна оцінити в реальному часі без побічних ефектів. Роздільна здатність методу визначається довжиною хвилі когерентного джерела, яке використовують для отримання зображень. Глибина візуалізації, в більшості тканин, складає 2-3 мм. Вона визначається довжиною хвилі та інтенсивністю джерела випромінювання, а також залежністю поглинаючої здатності біотканин від довжини хвилі випромінювання та його ослабленням внаслідок розсіювання. Для м'яких тканин коефіцієнти поглинання і розсіювання для діапазону довжин хвиль 600-1300 нм складають відповідно

$$\mu_a \sim 0,1-1 \text{ мм}^{-1}, \mu_s \sim 10-100 \text{ мм}^{-1}.$$

Сьогодні ОКТ активно використовують у різних напрямках медицини (кардіологія, гастроентерологія, урологія, дерматологія та ін.) [12], однак найбільш широко можливості методу вже реалізовані в офтальмології, що зумовлено прозорістю оптичних середовищ органа зору і сітківки [5, 14]. Застосування ОКТ в офтальмології дозволило отримати важливу інформацію щодо будови сітківки ока в нормі та при патологічних змінах, чого не можна було досягнути методом офтальмоскопії. Зокрема, ОКТ-сканер здатний формувати тривимірне зображення крос-секційного зрізу сітківки і структур диска зорового нерва. Завдяки використанню принципово нових технічних інновацій, сучасні оптичні когерентні томографи дозволяють отримати понад 25 тисяч лінійних сканів за 1 секунду. При цьому роздільна здатність методу в аксіальній (передньо-задній) довжині сягає 3-8 мкм, а в поперечній – у діапазоні від 10 до 15 мкм, що значно перевищує можливості сучасних ультразвукових методів діагностичних обстежень.

Здійснивши революцію в офтальмології, оптична когерентна томографія незабаром буде практично впроваджена в галузі гастроентерології. На даний час ця методика використовується для зображень коронарних артерій, легенів, шкіри, сечового міхура, шийки матки в жінок, і обіцяє аналогічний результат в інших напрямках.

Метод ОКТ дає неінвазивну можливість глибинної візуалізації для виявлення раку стравоходу і є сподівання, що на додаток до оцінки буде забезпечений скринінг. ОКТ визнана методом потенційного вирішення багатьох клінічних проблем у стравоході, у тому числі візуального розмежування слизової, м'язової оболонки і підслизової стравоходу, чого не можуть забезпечити інші методи візуалізації (ультразвук, конфокальна мікроскопія, ендоскопія). Метод заповнює розрив між ендоскопічним ультразвуковим дослідженням і конфокальною лазерною ендомікроскопією [15].

За допомогою системи ОКТ аналізується розсіяне світло від фізіологічних структур до

3 мм у глибину тканини і на основі цього отримуються зображення. Кожен із шарів стравоходу становить приблизно від 300 до 800 мкм. Різний склад шарів (наприклад, плоскоклітинних клітин епітелію, колагену у власному шарі слизової оболонки і клітини гладеньких м'язів у м'язовій структурі слизової оболонки) створює істотні відмінності в розсіюванні від кожного з них. У цих шарах можна спостерігати подальше розсіювання від інших структур (наприклад, кровоносних судин, підслизових залоз та ін.), які дають інформацію про здорову тканину в отриманих зображеннях.

Тканини з патологіями, як правило, є менш організованими. Аномально великі ядра розташовані частіше близько до поверхні тканини, тому розсіювання світла зростає, у результаті чого сигнал максимальний на поверхні тканини і швидко згасає з глибиною.

Отримані результати говорять про можливість потенційного використання ОКТ зображення для виявлення підозрілих ділянок, включаючи плоскоклітинний рак і синдрому Барретта, що є попередником аденокарциноми. Для вирішення цього клінічного завдання в центрі фотомедицини Уелмана розробили нову форму ОКТ, що може забезпечити отримання зображення великої площі стравоходу – 6 см завдовжки і глибиною 3 мм у слизову оболонку, з 7 мкм розділенням приблизно за 90 с [8].

Крім стравоходу, існує ряд інших ділянок у тілі людини, які можуть досліджуватися методом розширеної ОКТ, у тому числі легені, підшлункова залоза та жовчні протоки і сечовий міхур. Можливо, що невдовзі метод ОКТ набуде такого поширення, як МРТ або рентгенівська томографія. У будь-якому разі недавні напрацювання дають для цього підстави [18].

Поляризаційно чутлива ОКТ (PS-OCT).

Селективна візуалізація анізотропних структур у тканинах і визначення морфологічних і функціональних змін стану тканин можливі через аналіз проникнення поляризованого випромінювання в тканини людини. Поляризаційні ефекти в розсіяному випромінюванні несуть корисну інформацію про біологічні структури, можливість оцінити подвійне променезаломлення їх анізотропних складових та диференціювати тканини.

На відміну від звичайної ОКТ, поляризаційно-чутлива ОКТ використовує інформацію, закладену в станах поляризації інтерференційних смуг для отримання додаткового контрастування зображень досліджуваного зразка. Поляризаційно чутлива ОКТ забезпечує високу просторову роздільну здатність інформації про стан поляризації відбитого випромінювання, що недоступна для інших відомих оптичних методів [13].

Сьогодні найбільш важливе використання поляризаційно чутливої ОКТ – візуалізація сітківки. Центри медичної фізики та біомедичної інженерії активно співпрацюють з офтальмологічними центрами і вже розробили кілька ключо-

вих поляризаційно чутливих ОКТ методів дослідження патології сітківки [7, 16, 17, 19].

PS-OCT у стоматології – це нові технології моніторингу ранніх проявів карієсу. Методика була використана для того, щоб показати утворення прозорих зон підвищеної мінералізації та зниження розсіювання випромінювання на пошкоджених поверхнях після ремінералізаційної терапії [10, 11].

Зображення шлунково-кишкового тракту – це перший приклад необхідності збільшення роздільної здатності в ОКТ. **Ендоскопічна PS-OCT** візуалізує гастроінтестинальну систему (у тому числі стравохід і шлунок, тонку та товсту кишку і жовчні протоки).

У дерматології методику використовують для ранньої діагностики раку шкіри.

Іншими прикладами ОКТ надвисокої роздільної здатності є ендоскопічна ОКТ для інтраартеріальних зображень та внутрішньокоронарна ендоскопічна ОКТ, яка покращує розуміння уражень судин коронарними бляшками.

Раманівська спектроскопія (RS). Раманівська спектроскопія – безконтактна та неруйнівна технологія, що характеризується дуже високою роздільною здатністю та чутливістю. Виникнення Раманівського спектра можна представити таким чином: квант падаючого випромінювання взаємодіє з молекулою речовини, що знаходиться в основному або збудженому коливальному стані. Якщо взаємодія є пружною, то енергетичний стан молекули не змінюється, і частота розсіяного випромінювання буде така ж, як падаючого (релеєвська смуга Раманівського спектра). У разі непружної взаємодії відбувається обмін енергією між квантом випромінювання і молекулою, за рахунок чого виникає розсіяне випромінювання, яке може бути більшої чи меншої частоти (антистоксова і стоксова смуги відповідно). Таким чином формується спектр RS. Слід відмітити, що кожна сполука має свій унікальний Раманівський спектр.

Специфічна природа методу робить RS потужним засобом аналізу та моніторингу хімічного складу речовин.

Раманівський ефект високочутливий до незначних змін хімічного складу. Саме RS стала стандартним методом ідентифікації контрафактних ліків. Методика сьогодні успішно використовується у США для контролю виробництва фармацевтичних препаратів.

Дослідження в галузі біології включають клітинну біологію, біохімію та фізіологію мікроорганізмів, фотобіологічні процеси, молекулярну динаміку, протеоміку.

З допомогою RS можуть бути визначені об'єктивно якісні і кількісні молекулярні компоненти тканин. RS надає безпосередньо інформацію про біохімію тканини. З її допомогою можна здійснювати моніторинг біологічних тканин без будь-яких контрастних агентів, оскільки контраст між м'якими тканинами базується на властивос-

тях перехресного Раманівського розсіювання [3]. На даний час проведені лабораторні дослідження, які статистично підтверджують використання методу для ранньої діагностики раку грудей.

Перші дослідження для демонстрації роботи з тканинами людини *in vivo* все ще очікуються [21].

Фотоакустична томографія (ФАТ) – це тривимірна візуалізація зображення, в основі якої лежить фотоакустичний ефект, відкритий А.Беллом ще в 1880 році. Але як метод візуалізації фотоакустична томографія реалізована нещодавно [20].

Фотоакустичне отримання зображень, яке також називається оптоакустичним – це нова методика отримання біомедичних зображень, яка сформувалася впродовж останнього десятиліття. Зараз її розглядають як альтернативу таких сканувальних методів, як МРТ та рентгенівська комп'ютерна томографія [6].

Вона базується на використанні ультразвуку, що генерується лазером. Це гібридна методика, що комбінує високу контрастність і спектроскопічну основу оптичних методів візуалізації з високим просторовим розділенням ультразвукових зображень [9]. За своєю суттю фотоакустичні зображення можна розглядати як ультразвукові, в яких контраст залежить не від механічних і еластичних властивостей біологічних тканин, а від оптичних, зокрема від поглинання. Як наслідок, метод дає більше можливостей, ніж звичайна ультразвукова візуалізація. Існує можливість виявлення гемоглобіну, ліпідів, води та інших поглинаючих світло хромофорів, але з більшою глибиною проникнення, ніж у методах отримання зображень суто оптичними методиками. Внаслідок візуалізації анатомічних структур існує можливість отримання також функціональної інформації: оксигенації крові, кровотоку, температури та ін. і все це із широким просторовим розділенням (від мікрометрів до сантиметрів). Вищесказане сприяє використанню методу в клінічній медицині, доклінічній діагностиці, вивченні основ біології при дослідженні серцево-судинних захворювань, порушенні мікроциркуляції та ін. [4].

З отриманням за останні 4-5 років різними групами дослідників зображень *in vivo* та враховуючи рівень техніки, фотоакустичну візуалізацію почали використовувати для діагностики пацієнтів [6].

Перспективи щодо фотоакустичної візуалізації зображень.

Фотоакустична мікроскопія приєднується до основного набору технологій оптичної мікроскопії (може використовуватися для виявлення меланоми).

Одночасна функціональна та молекулярна фотоакустична томографія забезпечать безпрецедентну чутливість і специфічність при діагностиці раку, а фотоакустична ендоскопія відіграватиме унікальну роль у діагностиці раку шлунково-кишкового тракту.

Доплерівська фотоакустична томографія забезпечить візуалізацію кровотоку *in vivo* з високим просторовим і швидкісним розділенням.

Фотоакустична томографія стане першим і покищо єдиним методом, який може самостійно відображати швидкість метаболізму кисню *in vivo*.

Однчасне використання фотоакустичної і термоакустичної томографії грудей може доповнити або повністю замінити рентгенівську маммографію.

Фотоакустична і термоакустична томографія забезпечує низьку вартість, високу роздільну здатність у режимі реального часу для функціональної візуалізації мозку.

У сучасній медицині практичне застосування методів оптичної спектроскопії поєднується з іншими новітніми технологіями, підтвердженням чого є такий приклад [2]. Для лікування пацієнтів із злоякісними пухлинами головного мозку вчені медичного факультету Стенфордського університету створили наночастинки (золоті кульки, вкриті реагентом гадолінієм), які розміщуються в клітинах гліобластоми та підсвічують їх. Завдяки наночастинкам межі пухлини добре визначаються при використанні магнітно-резонансної томографії. На наступному етапі використали метод фотоакустичної томографії, що дав можливість відтворити тривимірну модель пухлини. Для повного видалення пухлини скористалися методом RS, який дозволив керувати інтраопераційною резекцією пухлини. Гістологічно підтверджено, що зображення RS точно розмежувало клітини пухлини головного мозку і здорові клітини.

Таким чином, за допомогою MPT можна докладно вивчити пухлину до операції; метод фотоакустичної томографії дозволить із молекулярною точністю видалити основну частину пухлини, а RS дасть можливість повністю видалити клітини, що залишилися, не зачепивши здорові тканини.

Висновок

Оптичні методи дослідження – це могутній інструмент контролю стану здоров'я людини та розширення і вдосконалення методів медичної діагностики та лікування.

Література

1. Лобур М.В. Методи спектроскопії та обробка даних спектрального аналізу / М.В. Лобур, О.М. Матвійків, О.І. Файтас // Вісн. НУ Львівська політехніка. Комп'ютерні системи проектування. Теорія і практика. – 2011. – № 711. – С. 3-9.
2. A brain tumor molecular imaging strategy using a new triple-modality MRI-photoacoustic-Raman nanoparticle / M.F. Kircher, A. de la Zerda, J.V. Jokerst [et al.] // Nature Medicine. – 2012. – Vol. 18. – P. 829-834.
3. Analysis of cancer tissues by means of spectroscopic methods / B. Pacholczyk, A. Fabiańska, R. Kusińska [et al.] // Contemp. Oncol. (Pozn). – 2012. – Vol. 16 (4). – P. 290-294.
4. Beard P. Biomedical photoacoustic imaging / P. Beard // Interface Focus. – 2011. – Vol. 1. – P. 4602-4631.
5. Evaluation of age-related macular degeneration with optical coherence tomography / P.A. Keane, P.J. Patel,

- S. Liakopoulos [et al.] // Survey of ophthalmology. – 2012. – Sep. – 57 (5). – P. 389-414.
6. Hatcher M. Photoacoustic imaging begins clinical move / M.Hatcher // Daily coverage of the optics & photonics industry and the markets that it serves. 25 Apr 2012. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL <http://optics.org/indepth/3/3/5>
7. Imaging of the retinal pigment epithelium in age-related macular degeneration using polarization sensitive optical coherence tomography / C. Ahlers, E. Götzinger, M. Pircher [et al.] // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. – 2010. – Vol. 51. – P. 2149-2157.
8. Interobserver Agreement for the Detection of Barrett's Esophagus with Optical Frequency Domain Imaging / J. Sauk, E. Coron, L. Kava [et al.] // Dig. Dis. Sci. – 2013. – Vol. 58 (8). – P. 2261-2265.
9. Li C. Photoacoustic tomography and sensing in biomedicine / C. Li, L. V. Wang // Physics in Medicine and Biology. – 2009. – Vol. 54, № 19. – P. R59-R97.
10. Nondestructive clinical assessment of occlusal caries lesions using near-IR imaging methods / M. Staninec, S.M. Douglas, C.L. Darling [et al.] // Lasers in Surgery and Medicine. – 2011. – Vol. 43, Iss. 10. – P. 951-959.
11. Nondestructive monitoring of the repair of enamel artificial lesions by an acidic remineralization model using polarization-sensitive optical coherence tomography / H. Kang, C.L. Darling, D. Fried [et al.] // Dental Mat. – 2012. – Vol. 28. – Iss. 5. – P. 488-494.
12. Optical coherence tomography – 15 years in cardiology / T.Yonetsu, B.E. Bouma, K. Kato [et al.] // Circulation J. – 2013. – Vol. 77 (8). – P. 1933-1940.
13. Polarization-sensitive optical coherence tomography / J.F. De Boer, T.E. Milner, M.G. Ducros [et al.] // Handbook of Optical Coherence Tomography. Eds B.E. Bouma and G.J. Tearney – New York: Marcel Dekker Inc., 2002. – P. 237-274.
14. Relationship between Retinal Nerve Fiber Layer Measurement and Signal Strength in Optical Coherence Tomography / C.Y.L. Cheung, C.K.S. Leung, D. Lin [et al.] // Ophthalmology. – 2008. – Vol. 115. – Iss. 8. – P. 1347-1351.
15. Schlachter S. Optical coherence tomography/gastroenterology: Advanced OCT: Next-gen OCT for the esophagus / S. Schlachter, P. MacCarthy // BioOptics World. – 2013. –Vol. 6. – Iss. 3. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL <http://www.bioopticsworld.com/articles/print/volume-6/issue-3/features/optical-coherence-tomography-gastroenterology-advanced-oct-nex.html>.
16. Segmentation and quantification of retinal lesions in age-related macular degeneration using polarization-sensitive optical coherence tomography / B. Baumann, E. Götzinger, M. Pircher [et al.] // J. Biomed. Opt. – 2010. – Vol. 15, Iss. 6. – P. 061704.
17. Single-camera polarization-sensitive spectral domain OCT by spatial frequency encoding / T. Schmoll, E. Götzinger, M. Pircher [et al.] // Opt. Lett. – 2010. – Vol. 35. – P. 241-243.
18. Spectrally encoded confocal microscopy of esophageal tissues at 100 kHz line rate / S.C. Schlachter, D. Kang, M.J. Gora [et al.] // Biomed. Opt. Express. – 2013. – Aug. 13. – Vol. 4 (9). – P. 1636-1645.
19. Three-dimensional polarization sensitive OCT imaging and interactive display of the human retina / E. Götzinger, M. Pircher, B. Baumann [et al.] // Opt. Express. – 2009. – Vol. 17. – P. 4151-4165.
20. Wang L.V. Prospects of photoacoustic tomography / L.V. Wang // Med. Phys. – 2008. – 35 (12). – P. 5758-5767.
21. Zhang Y. Imaging with Raman Spectroscopy / Y. Zhang, H. Hong, W. Cai // Curr Pharm Biotechnol. – 2010. – Vol. 11 (6). – P. 654-661.

ОПТИЧЕСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ В МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ

Е.И. Оларь, О.Ю. Микитюк, К.И. Яковец

Резюме. В данном обзоре рассмотрены возможности методов оптической спектроскопии, а именно: оптической томографии, оптической когерентной томографии, поляризационночувствительной оптической когерентной томографии, Рамановской спектроскопии и фотоакустической томографии. Физической основой оптических диагностических методов является взаимодействие света с веществом, на основе чего стало возможным получать структурную, биохимическую, морфологическую и физиологическую информацию как результат поглощения, рассеяния, отражения электромагнитного излучения оптического диапазона. Преимущества этих методов (неинвазивность, отсутствие побочных эффектов, бесконтактность, высокие чувствительность и разрешение) стали залогом их успеха в медицинской диагностике.

Ключевые слова: оптическая спектроскопия, медицинская диагностика.

OPTICAL SPECTROSCOPY IN MEDICAL DIAGNOSTICS

O.I. Olar, O.Yu. Mykytiuk, K.I. Yakovets

Abstract. In this review we consider the possibility of optical spectroscopy techniques, namely: optical tomography, optical coherent tomography, polarization-sensitive optical coherent tomography, Raman spectroscopy and photoacoustic tomography. The physical basis of optical diagnostic techniques is the interaction of light with matter, allowing of obtaining structural, biochemical, morphological and physiological information as a result of absorption, scattering, reflection of electromagnetic radiation in the optical range. The advantages of these methods, such as non-invasiveness, absence of side effects, contactlessness, high sensitivity, and high resolution are keys to their success in medical diagnostics.

Key words: optical spectroscopy, medical diagnostics.

Bukovinian State Medical University (Chernivtsi)

Рецензент – проф. О.Я. Лусте

Buk. Med. Herald. – 2014. – Vol. 18, № 1 (69). – P. 164-168

Надійшла до редакції 03.12.2013 року

© О.І. Олар, О.Ю. Микитюк, К.І. Яковець, 2014

УДК 616.441:618.2(075.9)

Н.В. Пашковська

ГІПОТИРЕОЗ І ВАГІТНІСТЬ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

Резюме. У статті представлені дані щодо особливостей перебігу гіпотиреозу під час вагітності та в післяпологовому періоді, а також наведена інформація щодо сучасних підходів до діагностики, лікування та профілактики даного захворювання у вагітних згідно з

останніми світовими рекомендаціями, розробленими із позицій доказової медицини.

Ключові слова: вагітність, гіпотиреоз.

За результатами популяційних досліджень поширеність гіпотиреозу серед вагітних становить 2-3 %. Серед них близько двох третин мають субклінічний та 0,5 % – маніфестний гіпотиреоз [9]. Водночас зважаючи на той факт, що при проведенні більшості досліджень як верхня межа норми тиреотропного гормону (ТТГ) брався рівень 4,2 мОд/л, реальний показник поширеності субклінічного гіпотиреозу, з урахуванням максимального значення референсного діапазону для першого триместру вагітності, є набагато вищим [14]. Головною причиною розвитку гіпотиреозу у вагітних є аутоімунний тиреоїдит.

Особливості оцінки функціонального стану щитоподібної залози під час вагітності. Як показники тиреоїдного гомеостазу, так і розміри

щитоподібної залози (ЩЗ) зазнають певних змін упродовж гестації. Так, зумовлене гіперестрогенемією, посилення синтезу тироксину зв'язувального глобуліну (ТЗГ) призводить до зростання рівня загальних (пов'язаних із білками) гормонів, які на 6-8-му тижні вагітності перевищують такі показники до вагітності майже в 1,5 раза та залишаються підвищеними до пологів. Відповідно до цього відбувається зниження вільних, біологічно активних гормонів із додатковою стимуляцією ЩЗ гіпофізом за принципом зворотного зв'язку [18].

Рівень ТТГ упродовж першого триместру вагітності значно нижчий внаслідок перехресної реактивності хоріонічного гонадотропіну (ХГ), який виробляється плацентою. Справа в тому, що